AGUAS SUBTERRÁNEAS

BIEN NATURAL EN UN AMBIENTE URBANO

Diagnóstico para la formulación
del Plan de Manejo Ambiental de
Acuífero del Valle de Aburrá

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Área Metropolitana Valle de Aburrá
35 AÑOS
PURA VIDA

AGUA SUBTERRÁNEA:

BIEN NATURAL EN UN AMBIENTE URBANO

Un proyecto de: **Área Metropolitana del Valle de Aburrá**
Hernán Darío Elejalde López, director
Ana Milena Joya Camacho, subdirectora Ambiental
Diana Fernanda Castro Henao, líder Gestión Ambiental

Apoyo Componente de Gestión Ambiental: Ingeniera Margarita María Cardona Gallo; Ingeniera Olga Amparo Velásquez Lozano; Ingeniero Raúl Alexander Cardona Pareja.

Ejecuta: **Universidad de Antioquia**

Coordinación General RedRío Fase V: Doctora Lina Claudia Giraldo Buitrago; Ingeniero Rubén Alberto Agudelo García.

Equipo de Trabajo: Coordinadora Plan de Manejo Ambiental de Acuífero: Dra. Teresita Betancur Vargas; Hidrogeóloga Paola Andrea Palacio Buitrago; Ingeniera Miriam Benjumea Hernández; Socióloga Maribel Fernández Agudelo; Antropóloga Amanda Delgado González; Comunicadora Deisy Rivera Arias; Comunicadora Yaneth Maritza Moncada Velásquez; Comunicador Carlos Guillermo Mora Aucú; Ingeniera Angélica Gómez; Ingeniera Angélica Vélez Duque; Ingeniera Diana María Múnera Vera; Auxiliares de Ingeniería: Juan Álvaro Orlíz Tamayo, Julián Esteban Londoño Londoño, Cristina Isabel Lemos Rojas, María Cecilia Chaverra Bello y Daniel Zapata Mejía.

Interventoría **COLNET S.A.S**
Ingeniería Civil María Alejandra Echeverri Arango; Ingeniero Norbert Johany Ayala Ocampo; Comunicadora Social Diana Álvarez Restrepo; Ingeniero Luis Fernando Quintero López.

Coordinación de la publicación Oficina Asesora de Comunicaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Diseño gráfico y producción Centro de Investigaciones y Extensión Facultad de Comunicaciones
Universidad de Antioquia

Ilustración esquema de tipos de acuífero en el valle de aburrá: Sandra Patricia Alzate Betancur

Registro ISBN 978-958-8513-83-6

Primera edición
Septiembre de 2015

Está prohibida la reproducción parcial o total de esta publicación y mucho menos para fines comerciales. Para utilizar información contenida en ella se deberá citar fuente.

AGUA SUBTERRÁNEA:

BIEN NATURAL EN UN AMBIENTE URBANO

Memorias de la fase diagnóstico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá.

Presentación 2

1. Los Planes de Manejo Ambiental de Acuífero 3
   1.1 Plan de Manejo Ambiental de Acuífero para el Valle de Aburrá 3
   1.2 Fases de un Plan de Manejo Ambiental de Acuífero 4

2. Descripción del área de estudio: El área metropolitana del valle de Aburrá 5

3. El Sistema Hidrogeológico del valle de Aburrá: diagnóstico físico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá 10

4. Un diálogo de saberes para la planeación participativa: Diagnóstico social y cultural del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del valle de Aburrá 19
   4.1 Sectores y actores sociales claves para el Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá 19
   4.2 Acercamiento a una cultura del agua en el valle de Aburrá 22

5. Amenazas sobre el sistema acuífero del valle de Aburrá 25

6. En perspectiva:
   ¿Qué sigue después de la primera fase del PMAA? 27

7. Referencias 28

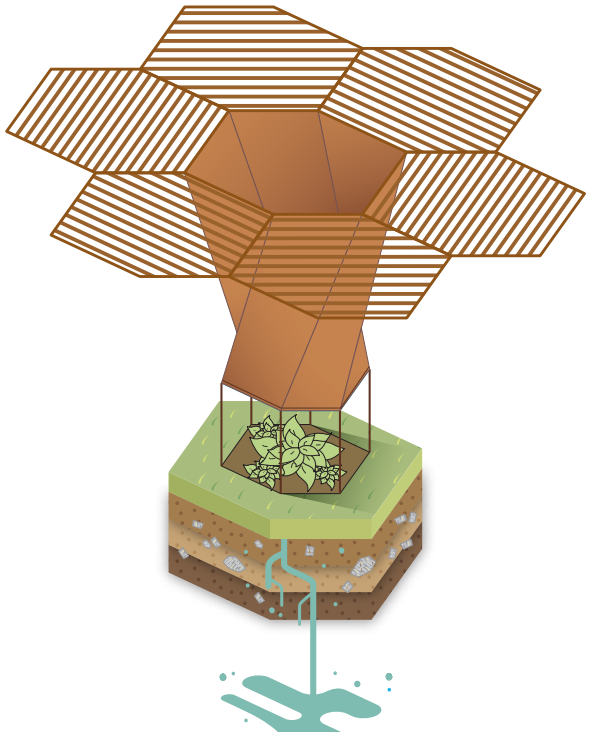
PRESENTACIÓN

En el entorno geográfico del valle de Aburrá, el agua hace parte del paisaje urbano y del espacio rural. Hablar de agua subterránea en este territorio tenía, hasta hace algunos años, poco menos que el carácter de exótico. Hoy, se habla de acuíferos, se piensa en el recurso subterráneo como una posible fuente de abastecimiento para suplir algunas demandas, se va ganando conciencia sobre la integralidad del ciclo hidrológico, se reconoce el papel que las aguas subterráneas pueden llegar a tener en el sostenimiento de caudales base, en las corrientes y de los pocos humedales que subsisten en el territorio.

Este documento se elabora y se entrega a los actores claves para la gestión y conservación de las aguas subterráneas en el valle de Aburrá, en cumplimiento del compromiso de socializar y compartir los resultados de un ejercicio participativo mediante el cual se avanzó en la fase de diagnóstico como parte del proceso de Formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero -PMAA- del Valle de Aburrá, siguiendo los lineamientos establecidos en el Decreto 1640 de 2012 y en el Decreto 1076 de 2015. La estrategia de participación incluyó una serie de talleres en los cuales, mediante el diálogo de saberes, se enriqueció y validó el diagnóstico técnico. En un primer taller se identificaron los sectores y actores claves para la ejecución del PMAA y las relaciones entre ellos; en el segundo se indagó sobre aspectos de cultura del agua teniendo en cuenta el contexto urbano en el cual se localiza el sistema acuífero, donde se construyó a partir de ello una descripción de las representaciones y relaciones de los participantes con el agua subterránea; en el tercer y último taller de esta primera fase, se identificaron las potenciales amenazas, naturales y antrópicas, sobre el sistema acuífero.

Luego de presentar un contexto general acerca de lo que son los PMAA, se hace una descripción para caracterizar el territorio. El diagnóstico tiene dos componentes: uno es el componente físico dentro del cual se presentan las características hidrogeológicas de la zona de estudio, señalando la localización de acuíferos y zonas de recarga, evaluando la vulnerabilidad del sistema, identificando los actuales y posibles usos del agua subterránea y aplicando la realización de una evaluación preliminar de oferta y demanda de este bien natural, el componente sociocultural es el segundo de este ejercicio, producto de él se caracterizan los actores y sectores claves, se definen relaciones entre ellos, se identifican roles e intereses, y la influencia e importancia de los mismos dentro del PMAA.

Para terminar de enmarcar el diagnóstico, es especialmente significativo, la identificación de amenazas naturales y las causadas por el hombre que podrían afectar negativamente la disponibilidad, en cantidad o en calidad del agua subterránea en el valle de Aburrá. De esta forma queda planteada la antesala para la formulación de este Plan, que deberá marcar el rumbo de las acciones a implementar en el corto, mediano y largo plazo para garantizar la sostenibilidad del recurso hidrogeológico y de los ecosistemas dependientes de él. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, asume el compromiso de dar continuidad a este proceso, hasta obtener como producto final el PMAA para los territorios de su jurisdicción.



1. LOS PLANES DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO

Según los Decretos 1640 de 2012 y 1076 de 2015 (este último compila toda la normatividad ambiental), los Planes de Manejo Ambiental de Acuífero se deben realizar en aquellos acuíferos que no hagan parte de un Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica. En este caso, la autoridad ambiental competente elaborará el Plan de Manejo Ambiental de Acuífero previa selección y priorización del mismo, y cuando se presenten o se prevean, como mínimo, una de las siguientes condiciones en relación con la oferta, la demanda, la calidad hídrica, el riesgo o la gobernabilidad:

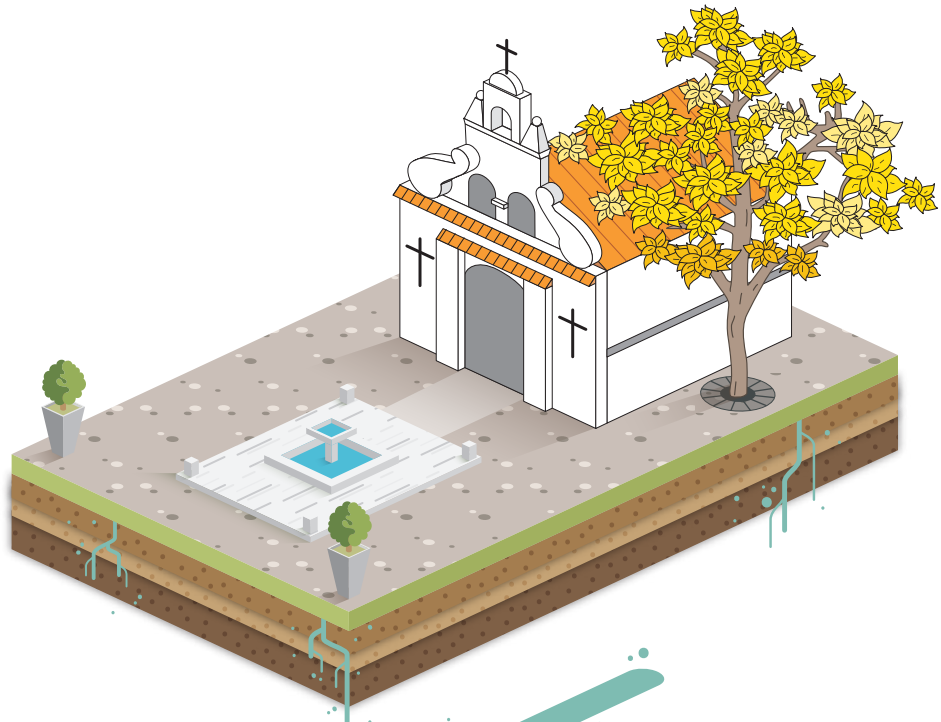
1. Agotamiento o contaminación del agua subterránea.
2. Cuando el agua subterránea sea la única y/o principal fuente de abastecimiento para consumo humano.
3. Cuando por sus características hidrogeológicas el acuífero sea estratégico para el desarrollo socioeconómico de una región.
4. Cuando existan conflictos por el uso del agua subterránea.
5. Cuando se requiera que el acuífero sea la fuente alterna por desabastecimiento de agua superficial, debido a riesgos antrópicos o naturales.

1.1 Plan de Manejo Ambiental de Acuífero para el Valle de Aburrá

Las aguas subterráneas constituyen más del 95% del agua dulce líquida disponible en el planeta. Ellas representan, a escala planetaria, una de las principales fuentes de abastecimiento para consumo humano en grandes ciudades y en extensas regiones agrícolas.

Para el valle de Aburrá, la importancia de las aguas subterráneas tal vez no reside en su uso actual, sin embargo, este territorio depende de fuentes hídricas externas a la cuenca del río Aburrá Medellín, y ante la creciente preocupación por la disponibilidad del recurso hídrico se empieza a considerar la necesidad de buscar fuentes alternas, complementarias o combinadas para satisfacer la futura demanda de agua; en el valle de Aburrá el agua subterránea podría llegar a cumplir parcialmente este papel. Es también de fundamental importancia destacar la función que pueden desempeñar las aguas subterráneas como reguladores de la calidad del agua en corrientes superficiales –como el río Aburrá Medellín–, y como soportes para la sostenibilidad de los ecosistemas relacionados con los acuíferos –como son los humedales–.

Un Plan de Manejo Ambiental de Acuífero es un instrumento normativo para la gestión y la conservación del agua subterránea, y se aplica entre otras circunstancias cuando el agua almacenada en el subsuelo constituye un recurso estratégico para futuros desarrollos en un territorio. Esta connotación la tienen los acuíferos del valle de Aburrá, es por ello que en el marco del convenio 368 de 2014 mediante el cual se lleva a cabo la fase V del proyecto Red de Monitoreo Ambiental de la cuenca hidrográfica del Río Aburrá Medellín RedRío, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad de Antioquia, acordaron adelantar un proyecto para avanzar en la primera etapa de la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero.



1.2 Fases de un Plan de Manejo Ambiental de Acuífero

Según el artículo 26 del Decreto 1640 de 2012, un Plan comprende las siguientes fases: aprestamiento, diagnóstico, formulación, ejecución y seguimiento y evaluación.

En esta primera etapa del PMAA del Sistema Hidrogeológico del Valle de Aburrá, que comprende las fases de Aprestamiento y Diagnóstico, se lograron los siguientes objetivos:

- Elaborar un plan de participación y comunicación que a través de la realización de talleres, permitió la inclusión de los diferentes actores sociales en el proceso de formulación del Plan de Manejo Ambiental del Sistema Acuífero del Valle de Aburrá.
- Realizar la articulación de la información disponible para actualizar el modelo hidrogeológico.
- Actualizar el mapa de vulnerabilidad intrínseca, la oferta, la demanda y calidad del recurso hidrogeológico a partir de la información disponible.
- Realizar la caracterización socioeconómica a partir de información disponible.
- Realizar el análisis de actores mediante la ejecución de talleres por sectores y procesos de socialización.
- Evaluar la vulnerabilidad ante probables eventos de contaminación del agua subterránea.
- Identificar y caracterizar los problemas y amenazas sobre el sistema acuífero, considerando elementos naturales y antrópicos.
- Identificar el riesgo por contaminación de las aguas subterráneas.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ - MEDELLÍN

El área de estudio para la elaboración del PMAA está delimitada por la cuenca hidrográfica del río Aburrá - Medellín, que se localiza principalmente en la subregión del valle de Aburrá, la cual está conformada por 10 municipios: Caldas, Itagüí, La Estrella, Sabaneta, Envigado, Medellín, Bello, Girardota, Copacabana y Barbosa. En la cuenca del río Aburrá - Medellín tienen jurisdicción tres autoridades ambientales: el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como autoridad ambiental urbana, CORANTIOQUIA y CORNARE como corporaciones autónomas regionales.

La cuenca natural del río Aburrá-Medellín se ubica en el centro del departamento de Antioquia, y el río recorre el valle de sur a norte, desde su nacimiento en el Alto de San Miguel (Caldas) a unos 1.800 m.s.n.m., hasta la confluencia con el río Grande, a partir de este punto se denomina río Porce. Las montañas y altiplanos que limitan el valle tienen una altura promedio de 2.700 m.s.n.m., siendo el punto más alto el cerro del Padre Amaya con 3.100 m.s.n.m. El río Medellín en su recorrido recibe cerca de 200 afluentes directos y por intermedio de ellos, más de 352 quebradas (Universidad de Antioquia et al, 2011). En la figura 1 se presenta la localización de la cuenca hidrográfica del río Aburrá - Medellín.

El valle de Aburrá tiene una longitud aproximada de 60 km, se extiende en dos tramos: el primero tiene unos 30 km de longitud y va de sur a norte, desde Caldas hasta Bello, con un ensanchamiento de unos 7 km a la altura de Medellín. El otro, más estrecho, está orientado hacia el noreste y va de Bello a Barbosa. La temperatura oscila entre los 16 y 29°C, la humedad relativa es del 70%; la precipitación promedio es de 1.500 mm al año, con máximos de 3.500 mm al año en algunas épocas; el régimen de lluvias es bimodal, con dos épocas de lluvia y dos relativamente secas (Universidad de Antioquia & Integral, 2002).

Los principales afluentes del río Aburrá - Medellín son las quebradas: La Valeria y La Miel en el municipio de Caldas; La Doctora en el municipio de Sabaneta; La Ayurá en Envigado; La Grande en La Estrella; la quebrada Doña María en Itagüí; La Aguacatala, La Presidenta, Altavista, La Hueso, Santa Helena, La Iguaná, La Volcana, La Rosa, La Bermejala, La Picacha, La Quintana y La Seca en el municipio de Medellín; La Madera, El Hato, La García, La Señorita, Rodas y Niquía en Bello; Piedras Blancas en Copacabana; El Salado en el municipio de Girardota, y La López en Barbosa

El área de la cuenca del río Aburrá - Medellín está enmarcada en una zona muy compleja geológicamente, con presencia principalmente de rocas metamórficas e ígneas que varían cronológicamente en edades geológicas desde el Paleozoico hasta el Cretáceo y por depósitos recientes de diferente índole. A esto se suma la presencia de numerosas estructuras (fallas) geológicas que atraviesan la cuenca, principalmente en su costado sur occidental, con tendencia norte–sur y con menos ocurrencia hacia la parte norte y oriental de la cuenca.

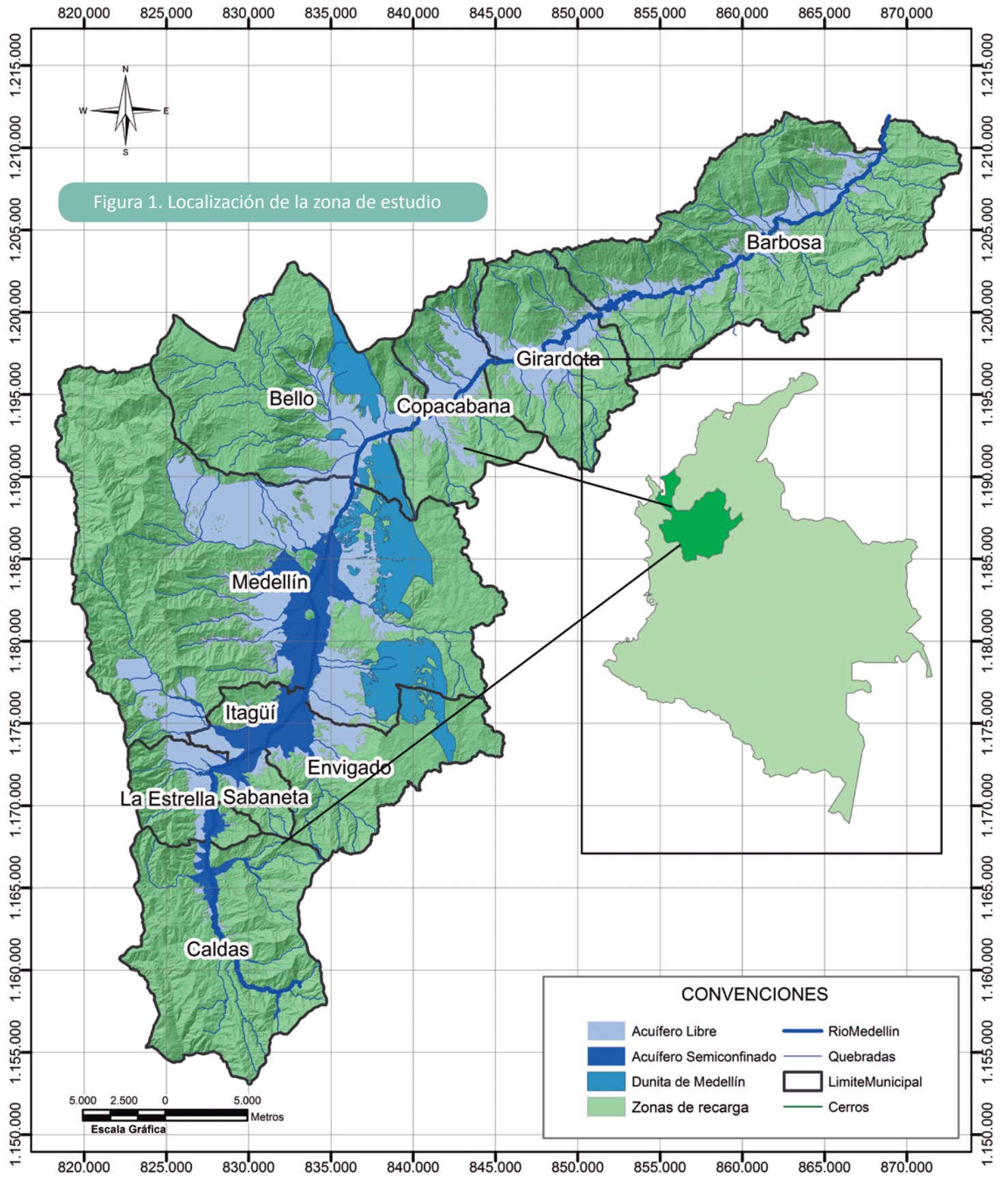
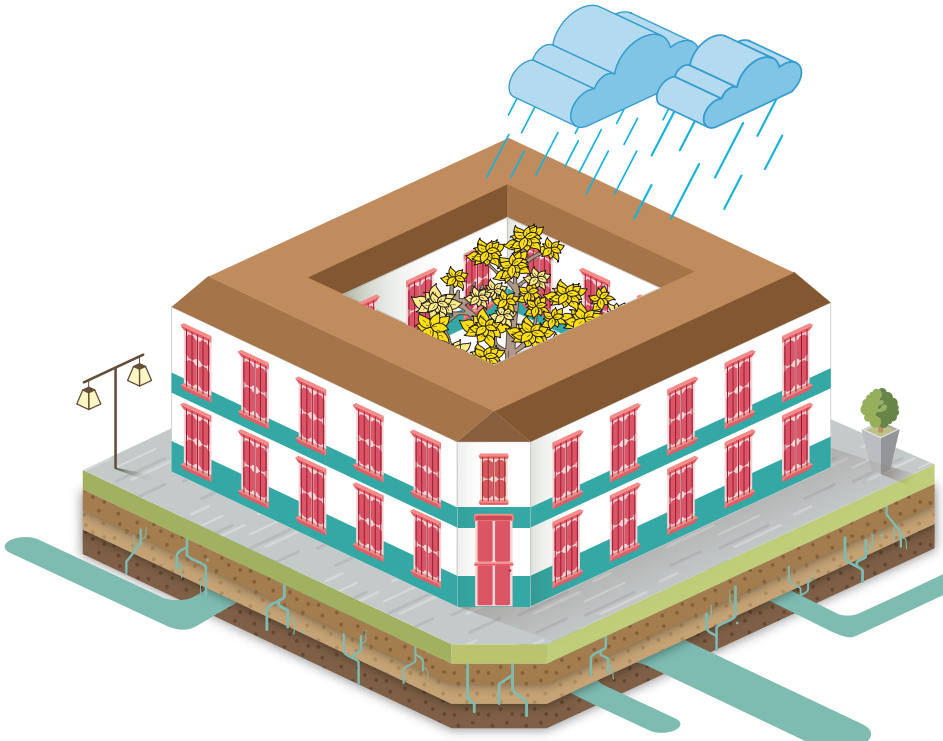


Figura 1. Localización de la zona de estudio

LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ



El valle de Aburrá en sus 1.152 km^2 de extensión, concentra aproximadamente 60% de la población del departamento y 70% de la actividad económica industrial y de servicios. También concentra buena parte de la oferta de educación superior y de servicios de salud de alta complejidad. Según el Censo General de 2005, la población en el valle de Aburrá ascendía a 3.306.490 personas, de las cuales el 95% habitaban las cabeceras urbanas y el 5% las zonas rurales. La mayor parte de esta población se concentra en los municipios de Medellín, Bello, Itagüí y Envigado, que conforman la zona central del valle. Es así como la menor densidad poblacional se registra en Barbosa con 242 habitantes por km^2, mientras la mayor se presenta en Itagüí con cerca de 12.700 habitantes por Km^2 (Tabla 1).

El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas para todos los municipios del valle de Aburrá, según el Anuario Estadístico de Antioquia (Gobernación de Antioquia, 2013), está por debajo de 22,96%, que es el promedio del departamento de Antioquia. Lo anterior lo corroboran las altas coberturas de los servicios públicos domiciliarios, en el valle de Aburrá, las cuales en promedio son del 95,6% en alcantarillado, 94,8 % de agua potable, 98,5% servicio de acueducto y 100% en energía. Los municipios que presentan las coberturas más bajas son Girardota y Barbosa.

Finalmente, los porcentajes de población sin ningún nivel educativo están entre el 2% y el 10%. La cobertura del Sistema de Seguridad Social en Salud oscila entre el 33% (La Estrella) hasta el 100% (Itagüí).

Tabla 1. Principales indicadores sociales del valle de Aburrá

Municipios	Demografía							
	Población Censo 2005 (No. habitantes)			Población proyectada a 2015 (No. habitantes)			Densidad (hab/km2)	
	C	R	T	C	R	T		
Caldas	52.696	15.303	67.999	61.343	16.511	77.854	579	
La Estrella	28.812	23.751	52.563	35.099	27.245	62.344	1.781	
Sabaneta	35.242	9.238	44.480	41.380	10.488	51.868	3.457	
Itagüí	213.237	21.779	235.016	245.081	22.791	267.872	12.701	
Envigado	165.420	8.688	174.108	214.692	7.718	222.410	2.822	
Medellín	2.175.681	38.813	2.214.494	2.434.647	29.675	2.464.322	6.474	
Bello	358.139	13.452	371.591	448.928	6.879	455.807	3.201	
Copacabana	52.829	8.405	61.234	61.281	8.890	70.171	1.002	
Girardota	25.011	17.555	42.566	32.453	21.766	54.219	695	
Barbosa	18.608	23.831	42.439	23.003	27.047	50.050	242	

CONVENCIONES

C: Cabecera
R: Resto
T: Total
I: Índigena
A: Negro, mulato, afrocolombiano o afrodescendiente
N: Ninguna
NBI: Porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas
ICV: Índice de condiciones de vida

EE: Energía eléctrica
AL: Alcantarillado
AC: Acueducto
GN: Gas natural
TE: Teléfono

SSSS: Sistema de Seguridad Social en Salud
CON: Contributivo
SUB: Subsidiado

Población por grupo étnico (%)			Condiciones de vida (%)		Cobertura de servicios públicos (%) - Censo 2005					Población sin ningún nivel de educación (%)	Cobertura del SSSS (%)		
											CON	SUB	TOTAL
I	A	N	NBI	ICV	EE	AL	AA	GN	TE				
0	2	97	13	64	98	93	94	9	87	6	77	22	99
0	2	97	11	65	99	95	95	5	92	6	16	17	33
0	1	98	6	68	99	98	98	22	94	3	68	10	78
0	6	93	8	63	98	98	97	21	94	5	89	18	108
0	3	96	5	71	99	95	96	51	97	2	65	8	73
0	6	93	12	65	98	96	97	22	90	6	70	24	95
0	7	92	10	62	98	95	96	16	91	6	59	21	80
0	0	99	9	64	99	88	94	7	94	5	53	24	77
0	73	26	15	64	98	67	86	32	87	7	57	24	81
0	3	96	21	60	98	67	80	0	77	10	39	37	76

Fuente: Boletín Censo General de 2005, perfiles de los municipios de Caldas, La Estrella, Sabaneta, Itagüí, Envigado, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa, DANE, 2010.

3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ - MEDELLÍN: DIAGNÓSTICO FÍSICO PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ

La hidrogeología es una disciplina del conocimiento que se ocupa del estudio de las aguas subterráneas, de su origen, circulación y localización, de los procesos fisicoquímicos que las afectan y de su relación con la actividad humana.

Un acuífero es una formación geológica (depósito o porción de roca de la corteza terrestre) que posee poros conectados, almacenando y permitiendo el flujo de agua a través de ella, y siendo posible su extracción para utilidad del hombre. Un acuífero libre suele estar más cerca de la superficie del terreno y es alimentado por los excedentes de la lluvia después que se ha producido escorrentía y evapotranspiración. Su cercanía a la superficie facilita su aprovechamiento pero al mismo tiempo lo convierte en un recurso más vulnerable y propenso a la contaminación o al agotamiento si no se maneja adecuadamente. Un acuífero confinado es aquel que está aislado de la superficie y de la atmósfera por una capa de material impermeable, casi siempre son más profundos y el agua en ellos esta almacenada hace cientos o miles (hasta millones) de años; su renovabilidad y movimiento son muy lentos.

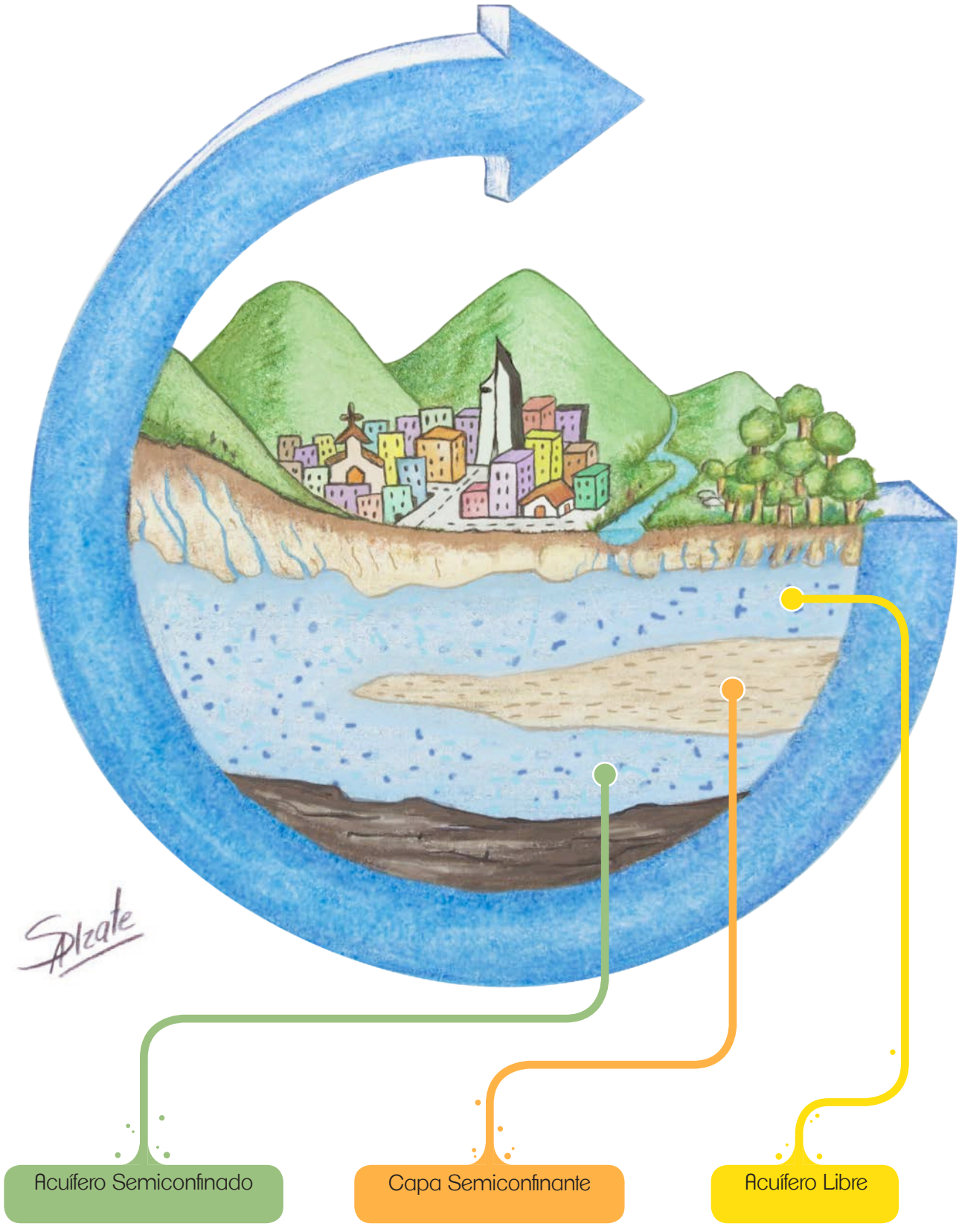
El sistema hidrogeológico de la cuenca del río Aburrá – Medellín está conformado por tres unidades acuíferas (Figura 2).

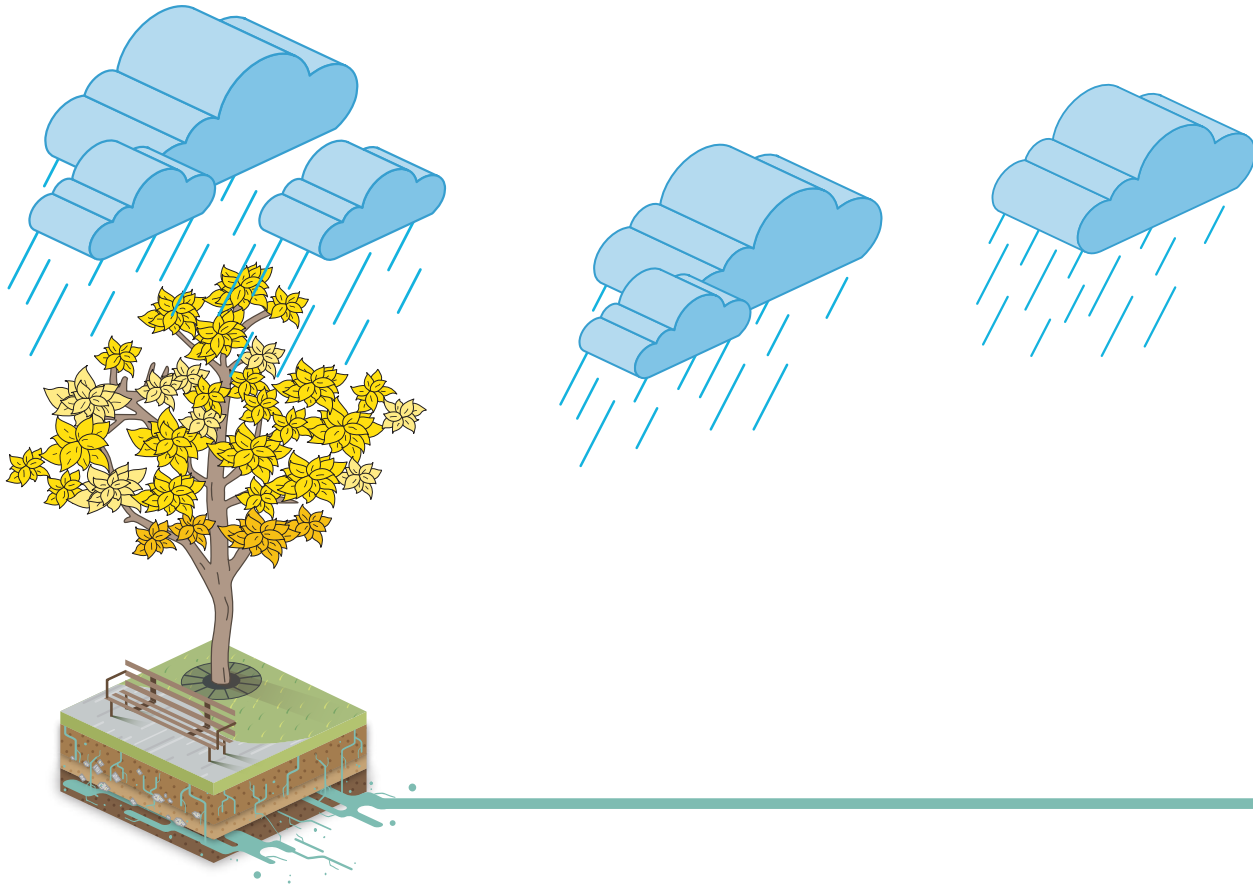
- El Acuífero libre de valle de Aburrá: Conformado por los depósitos aluviales del río Aburrá - Medellín y sus afluentes, y los depósitos de vertiente, categorizados como flujos de lodo y escombros con edades del Neógeno o el Cuaternario. Texturalmente estos depósitos están constituidos por gravas, arenas y cantos en matriz areno-arcillosa gradando a arcillosa hacia la base, con presencia de lentes de grava y arcilla.

- El Acuífero semiconfinado del valle de Aburrá: Conformado por depósitos de origen aluvial, separados del acuífero libre por una capa sellante de carácter arcilloso. El acuífero semiconfinado estaría localizado en la parte central y sur del valle, está conformado por gravas, arenas y cantos en matriz arcillo-arenosa con pequeños lentes de arena o arcilla; aún no se tiene suficiente información para modelar con certeza la geometría de esta unidad.

- Acuífero de la Dunita de Medellín: El grado de fracturamiento de esta unidad de roca, sumado a la aparente condición de pseudokarst que se registra en algunos sectores (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad de Antioquia, 2012) y algunos datos de caudal reportados en afloramientos y obras de control geotécnico, indican que en la Dunita de Medellín se podría estar almacenando un importante volumen de agua subterránea, que podría llegar a ser utilizable con fines de abastecimiento en algunos sectores del área urbana o rural de los municipios de Bello, Medellín o Envigado. Las bondades de la Dunita de Medellín, como formación acuífera, no han sido exploradas.

Figura 2: Esquema de los tipos de acuífero presentes en el valle de Aburrá.





Los factores que condicionan la recarga de un sistema acuífero son la distribución espacial de las unidades hidrogeológicas, las características geomorfológicas que posee el paisaje, los rasgos estructurales de las rocas que rodean a los acuíferos, el tipo de cobertura, la hidrografía, las características hidráulicas de los suelos y las condiciones hidrometeorológicas.

De acuerdo con la conceptualización general al respecto, algunos factores antrópicos pueden constituir también fuentes de recarga, estos son: los retornos por riego, las fugas en redes de acueducto y alcantarillado, y la recarga artificial.

Para la determinación de las potenciales áreas de recarga en el valle de Aburrá se tiene como hipótesis la existencia de tres posibles fuentes de recarga: I) una recarga distribuida en las superficies libres donde afloran las unidades acuíferas, II) la interacción hidráulica que existe con los principales cuerpos de agua superficial, como lo son el río Aburrá-Medellín y sus principales afluentes, y III) la recarga proveniente de los aportes de flujos regionales, a partir de las rocas encajantes que presentan permeabilidad secundaria.

En las áreas donde los acuíferos afloran en superficie y no han sido impermeabilizados por acción de los procesos de urbanización, es propicia la recarga directa, ella ocurre a tasas variables dependiendo de los usos y coberturas del suelo y de las condiciones texturales de la zona no saturada. Según variaciones en el nivel del agua subterránea, puede presentarse puntual y temporalmente aportes de agua al acuífero desde corrientes o cuerpos de agua. Las áreas donde afloran las rocas duras, en virtud de su manifestación geomorfológica, grado de meteorización y afectación estructural, representan unidades a través de las cuales se registra recarga mediante flujos laterales a los acuíferos del fondo del valle; según la favorabilidad que éstas características le imprimen a las diferentes unidades litológicas en función de la recarga, se presentan las categorías alta, media, moderada o baja. En el mapa presentado en la figura 3 se muestran las zonas de recarga del sistema acuífero del valle de Aburrá, las cuales hacen parte integral del modelo hidrogeológico.

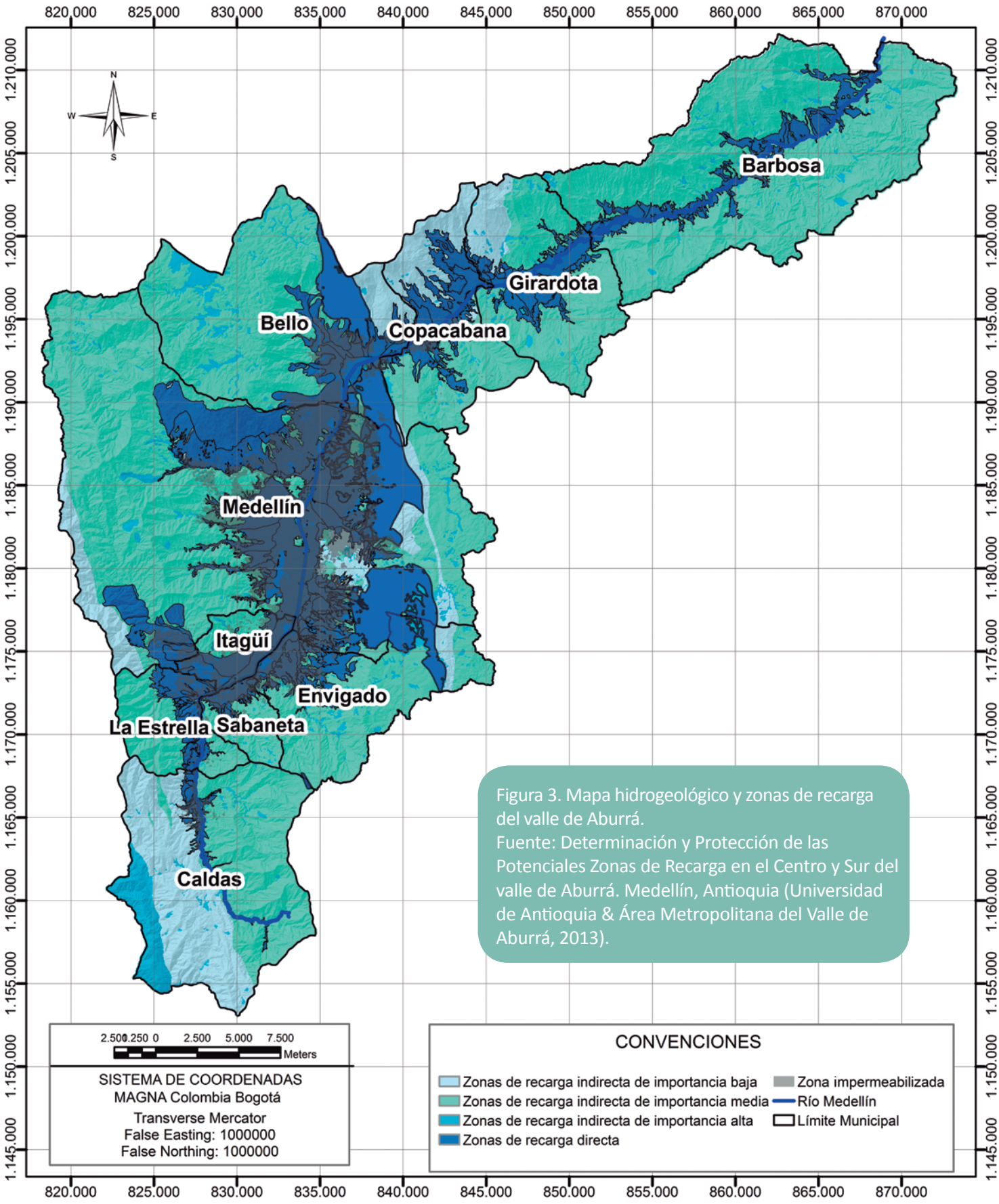


Figura 3. Mapa hidrogeológico y zonas de recarga del valle de Aburrá.
Fuente: Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el Centro y Sur del valle de Aburrá. Medellín, Antioquia (Universidad de Antioquia & Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013).

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA EN EL VALLE DE ABURRÁ
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Área Metropolitana Valle de Aburrá 35 AÑOS
PURA VIDA

La dirección del flujo subterráneo proviene desde las zonas de recarga hacia el río, siguiendo en términos generales el mismo sentido de la pendiente del terreno; es evidente el papel del río Aburrá–Medellín como frontera hidráulica que capta el flujo base. Llama la atención el sector ubicado en inmediaciones de La Aguacatala hasta el Cerro Nutibara, el cual coincide con un tramo en el que el río cambia su curso y describe una curva cóncava hacía el oeste, allí las líneas de flujo subterráneo que tienen su origen en la vertiente oriental del valle, trascienden el cauce superficial para luego confluir con las líneas de flujo que provienen del occidente, en un sector alineado subparalelamente al río, (Figura 4).

La calidad del agua se define como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que hacen que el agua sea apropiada para un uso determinado. En los últimos años este concepto, ha desvinculado el uso como criterio para su definición y considera que este debe ampliarse teniendo en cuenta su función ambiental, en ese sentido, la calidad del agua hace referencia a aquellas condiciones que deben darse en ésta para que mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad. Esta definición es la asumida en la Evaluación Regional del Agua - ERA (IDEAM, 2013).

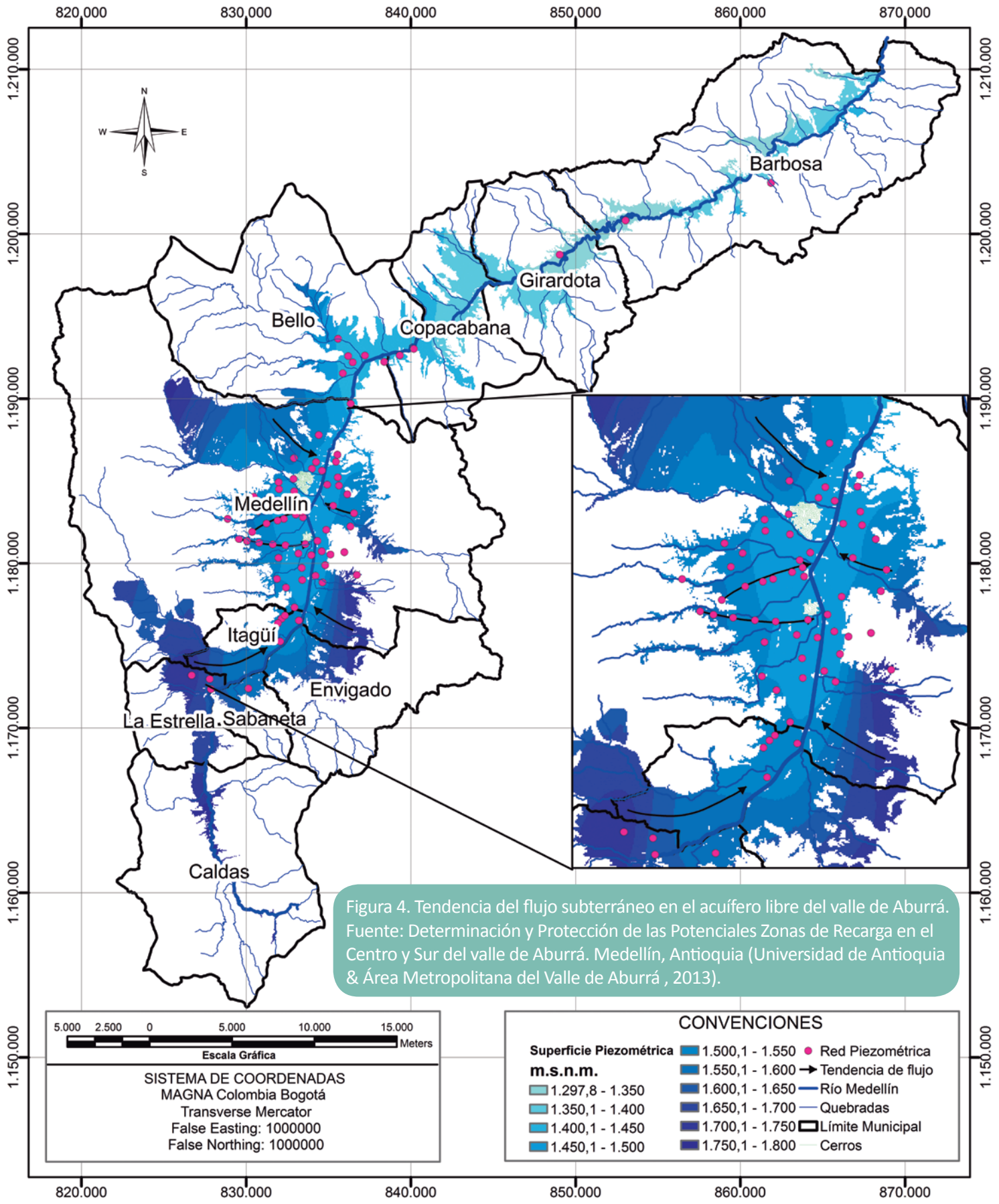


Figura 4. Tendencia del flujo subterráneo en el acuífero libre del valle de Aburrá. Fuente: Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el Centro y Sur del valle de Aburrá. Medellín, Antioquia (Universidad de Antioquia & Área Metropolitana del Valle de Aburrá , 2013).

TENDENCIA DEL FLUJO SUBTERRÁNEO EN EL ACUÍFERO LIBRE

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ

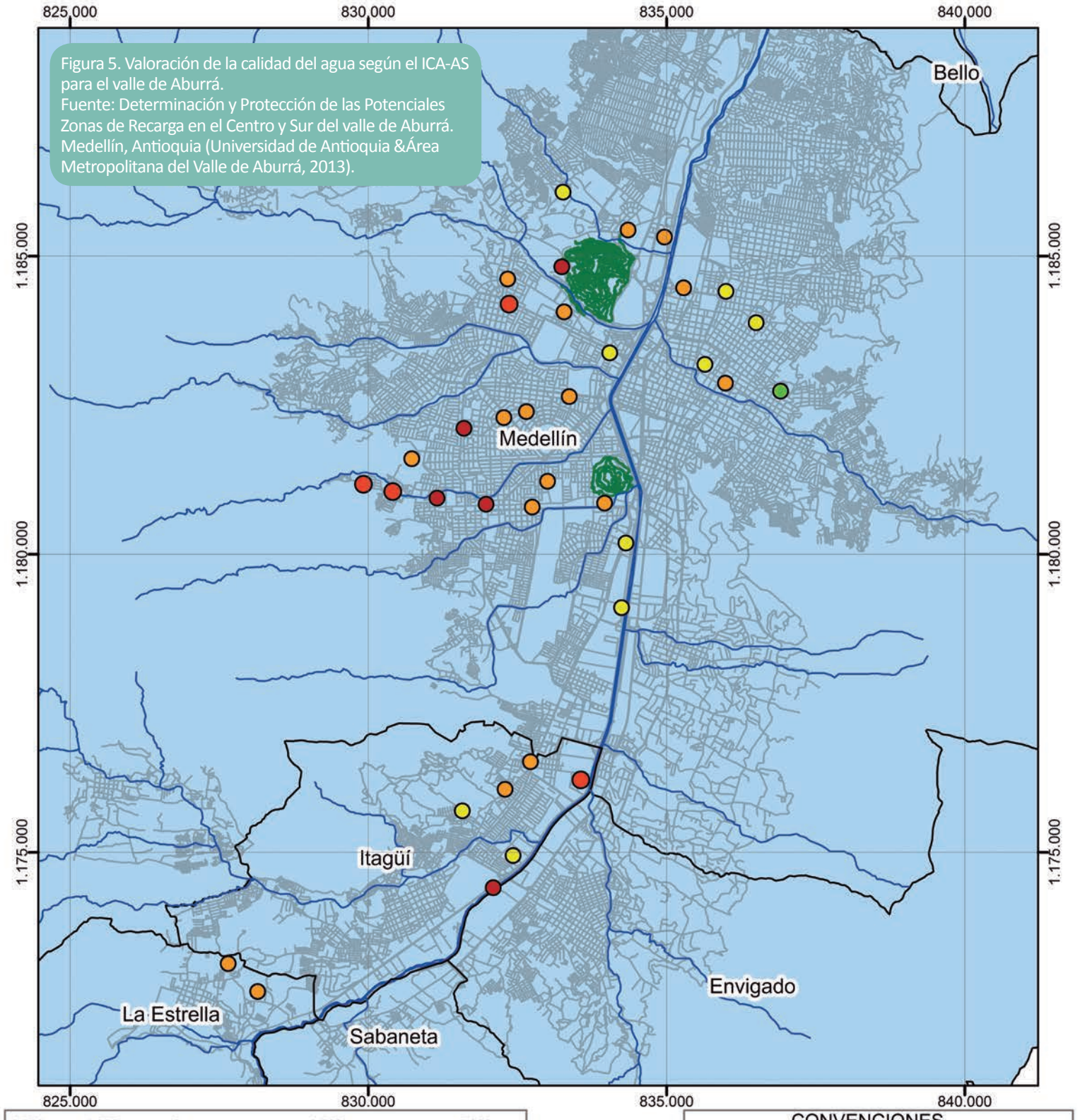


Figura 5. Valoración de la calidad del agua según el ICA-AS para el valle de Aburrá.
Fuente: Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el Centro y Sur del valle de Aburrá. Medellín, Antioquia (Universidad de Antioquia &Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013).

2.500 1.250 0 2.500 5.000 Metros

Escala Gráfica

SISTEMA DE COORDENADAS
MAGNA Colombia Bogotá
Transverse Mercator
False Easting: 1000000
False Northing: 1000000

CONVENCIONES

Calificación
- Excelente
- Muy Buena
- Buena
- Regular
- Mala

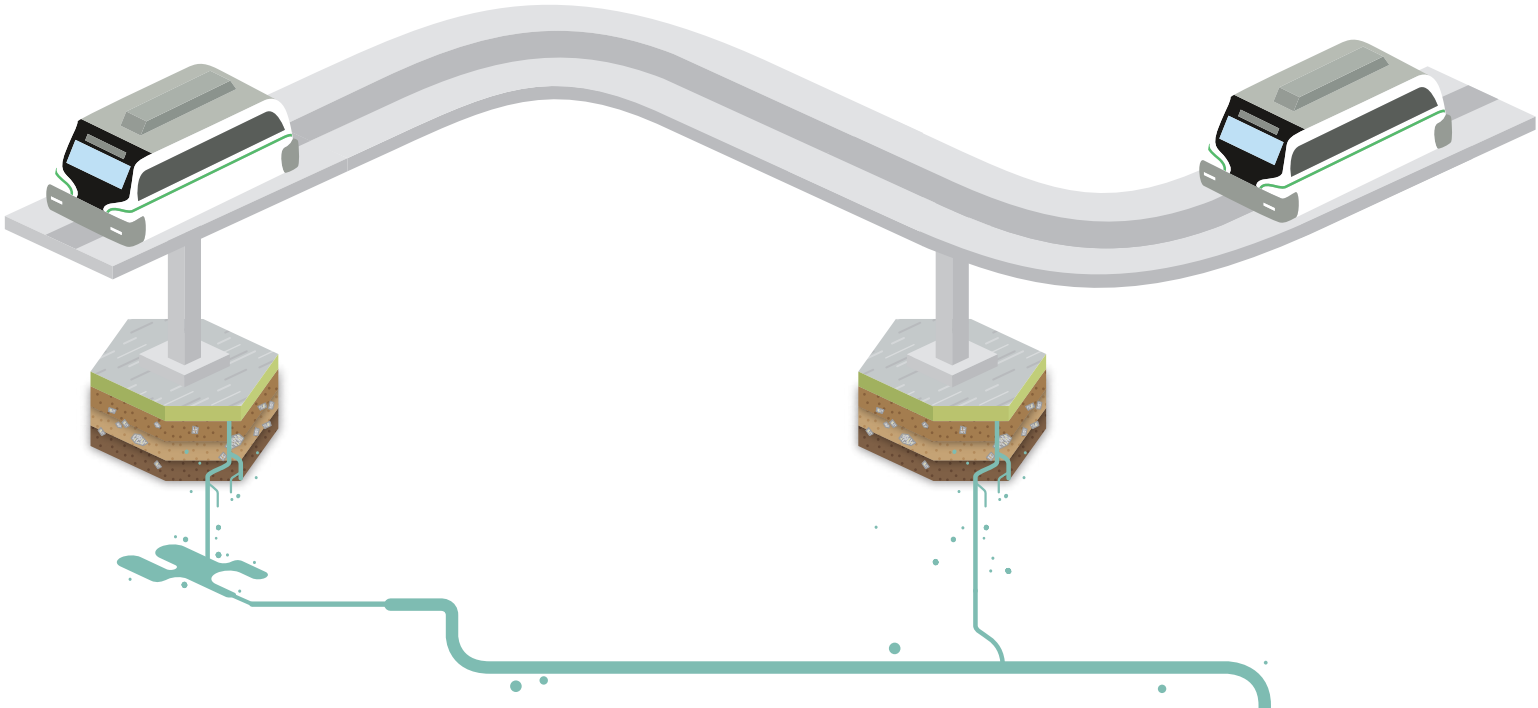
- Acuífero
- Río Medellín
- Quebradas
- Cerros

INDICE DE CALIDAD DEL AGUA CAMPAÑA MARZO 2015

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

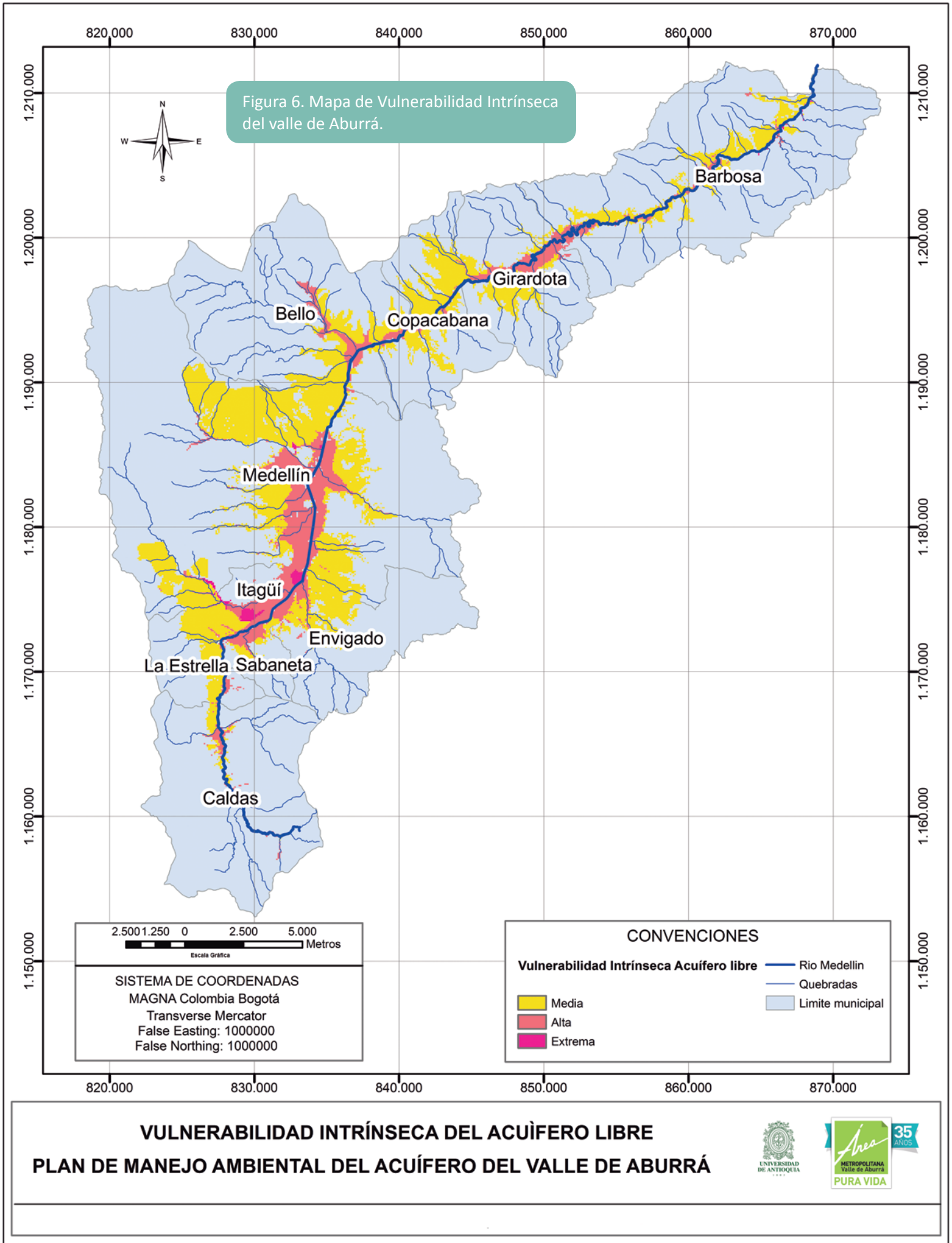
Área Metropolitana Valle de Aburrá 35 AÑOS PURA VIDA



Para todo el valle de Aburrá se cuenta con una red de monitoreo con 64 puntos para análisis de muestras de agua subterránea; en ellos se hace seguimiento a los parámetros necesarios para la obtención del Índice de Calidad del Agua Subterránea, ICA–AS. Según los resultados obtenidos en la última campaña de monitoreo realizada en marzo de 2015, en los municipios de Barbosa, Bello y Medellín se reportan los valores ICA–AS más bajos, con una calificación de mala; la calificación de regular y buena se distribuye en el resto del valle; la categoría excelente se detecta en dos puntos, los más profundos de la red de monitoreo (Figura 5).

La evaluación de la vulnerabilidad de un acuífero ha sido normalmente utilizada como primer elemento para la definición de medidas de gestión. El Decreto 1640 del 2012 define particularmente la vulnerabilidad intrínseca "como las características propias de un acuífero que determinan la facilidad con que un contaminante derivado de actividades antrópicas o fenómenos naturales pueda llegar a afectarlo".

Del mapa de vulnerabilidad obtenido en el marco de la elaboración de este diagnóstico físico para el PMAA (Figura 6), se concluye que: la vulnerabilidad media se presenta asociada a los depósitos de vertiente; la vulnerabilidad alta se presenta en la parte baja del valle donde el acuífero libre está compuesto principalmente por los depósitos aluviales del río Aburrá - Medellín y la vulnerabilidad extrema que se manifiesta en una pequeña porción de los flujos aluviotorrenciales de la quebrada Doña María.



VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DEL ACUÌFERO LIBRE

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ

4. UN DIÁLOGO DE SABERES PARA LA PLANEACIÓN PARTICIPATIVA: DIAGNÓSTICO SOCIAL Y CULTURAL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ

Durante la primera fase de formulación del Plan de Manejo del Acuífero del Valle de Aburrá, se realizó un diagnóstico social el cual permitió en un primer momento, la identificación de actores claves para el Plan, las relaciones entre sectores y la descripción de amenazas al sistema acuífero. Lo anterior, partiendo de un enfoque participativo que posibilitó la interacción y el diálogo con los actores convocados, reconociendo los significados, experiencias, intereses y necesidades socialmente sentidas que permitieran dejar plasmado los retos que se tienen para la sostenibilidad y el cuidado de las aguas subterráneas en el valle de Aburrá.

4.1 Sectores y actores sociales, claves para el Plan.

Para la identificación y análisis de los sectores y actores sociales relevantes para el PMAA se asumen los siguientes conceptos:

- Sectores sociales: Los sectores están constituidos por actores que comparten características comunes en sus actividades sociales, políticas o económicas.

- Actores sociales: Grupo de individuos, organizaciones, instituciones y/o empresas que comparten intereses comunes, y tienen relación con el agua subterránea del territorio, estructurando un sujeto colectivo.

- Roles de los actores dentro del Plan: Los roles de los actores claves describen la cualidad significativa que estos tienen en relación al Plan de Manejo, este puede ser: actor con impacto potencial, actor consultivo, actor con competencias legales para su protección, actor que se abastece del agua subterránea.

- Intereses de los actores con el agua subterránea: Está definida por la interacción actual o potencial que tenga el actor social con el agua subterránea del territorio, para el caso del Plan de Manejo del Valle de Aburrá esta relación se caracteriza como: abastecimiento humano y doméstico, actual y /o potencial; protección del agua subterránea; administración y regulación; uso individual del agua en diferentes actividades económicas; uso para la prestación de servicio público del acueducto; generación y difusión del conocimiento del sistema hidrogeológico.

Bajo estas consideraciones, para la formulación del PMAA se identificaron los siguientes sectores:

- Sector industrial: Conformado por actores que pueden llegar a afectar el agua subterránea por sus actividades económicas, las cuales están relacionadas con la transformación de materias primas en otros tipos de bienes y mercancías.

- Sector de servicios y comercial: Conformado por actores que tienen como actividad económica la prestación de servicios y comercio, y que usan el agua subterránea para el desarrollo de sus actividades. En este se incluye el comercio mayorista, minorista y los centros comerciales.

- Sector de construcción e infraestructura: Incluye todos los actores relacionados con la construcción de obras físicas e infraestructura de utilidad pública.. Se define aparte, por ser uno de los más representativos para la economía nacional y relevante para el crecimiento físico y urbanístico de la región, tanto privados como públicos.

- Sector institucional: Está constituido por los actores que conforman el ámbito público y en lo que respecta a la gestión ambiental les corresponde promover, ejecutar, apoyar, articular la gestión de los recursos naturales en coordinación con las Autoridades Ambientales.

- Sector institucional estratégico en la gestión del agua: Conformado por las Corporaciones Autónomas Regionales y las Autoridades Ambientales Urbanas con jurisdicción de la cuenca hidrográfica del río Aburrá - Medellín. Les corresponde administrar (planificación, gestión y control), dentro del área de su jurisdicción respecto al medio ambiente y los recursos naturales renovables, entre ellos el agua (artículo 31 de la Ley 99 de 1993).

- Sector académico, ciencia y tecnología: Está conformado con actores que tienen como objetivo la educación, generación de conocimiento e investigación.

- Sector minero: Está conformado por actores que en sus actividades económicas extraen materiales pétreos para la construcción de obras civiles y fabricación de ladrillos.

- Sector social: Está conformado por organizaciones sociales y comunitarias y por actores que tengan interés en los temas referentes al agua.

- Sector agropecuario y forestal: Está conformado por prácticas económicas, tecnológicas y productivas inherentes al desarrollo del sector Agrícola, Ganadero y Forestal, que utilizan recursos naturales de manera directa, como el agua, la tierra y las semillas.

- En la figura 7 se presenta el mapa de actores claves. En este se identifican los sectores que los agrupan, sus roles e intereses.

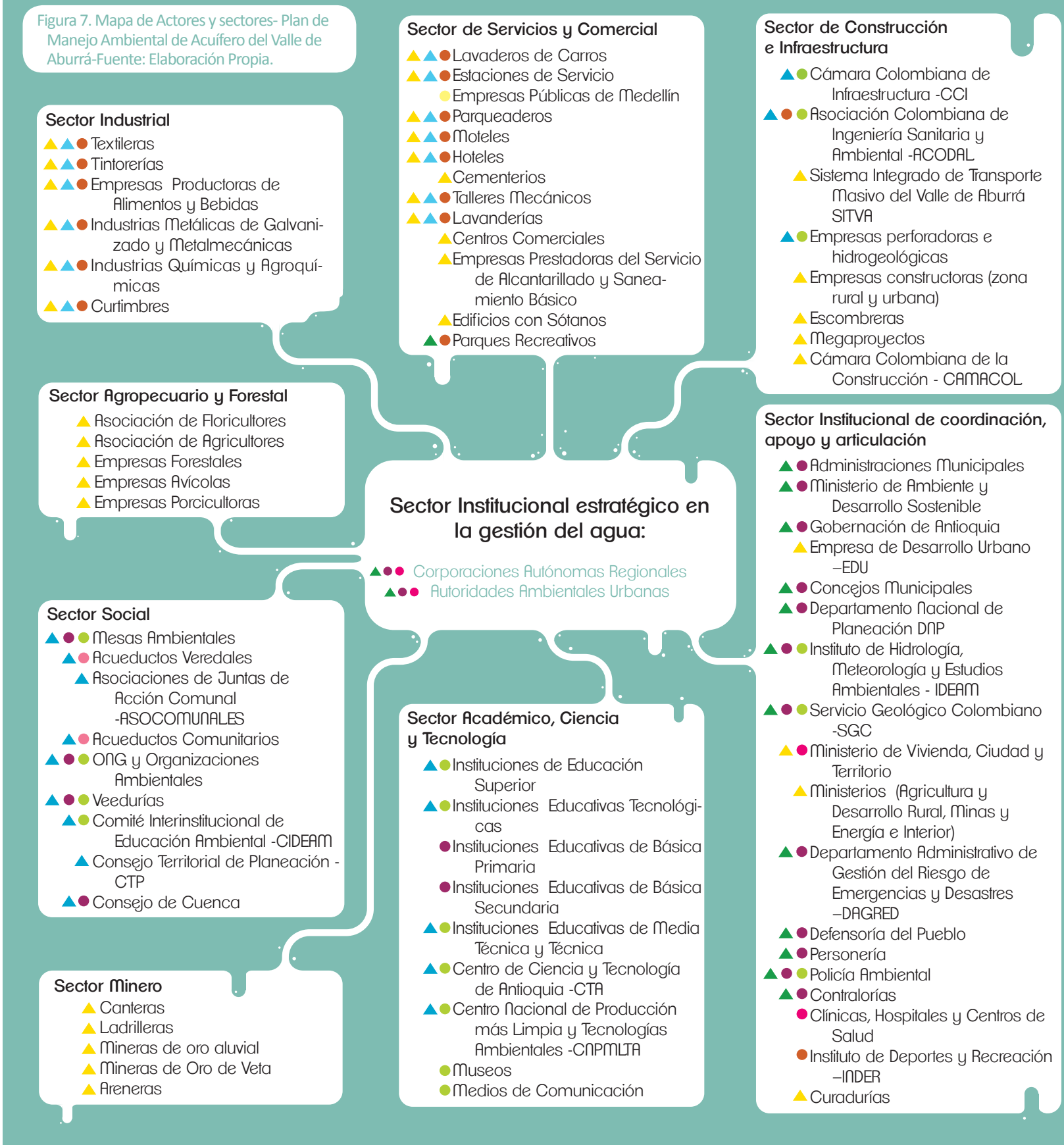


Figura 7. Mapa de Actores y sectores- Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá-Fuente: Elaboración Propia.

ROL:

- Actor con Impacto Potencial
- Actor que se abastece de las aguas subterráneas
- Actor consultivo
- Actor con competencias legales para su protección

INTERESES:

- Abastecimiento humano y doméstico, actual y/o potencial
- Protección del agua subterránea
- Administración y regulación
- Uso individual del agua en diferentes actividades económicas
- Uso para la prestación de servicio público del acueducto
- Generación y difusión del conocimiento del sistema hidrogeológico

4.2 Relación entre sectores

Se define por el estado actual de las interacciones, reconocido al momento de realizar el diagnóstico social; las interacciones entre sectores pueden darse, según esta idea, por intercambio de información, cooperación, articulación y gestión, dependencia de recursos, o regulación; en esta medida, las relaciones pueden ser valoradas como:

- **Relación Nula:** debería de existir interacción pero no se da.
- **Relación Baja:** la interacción entre los sectores existe y se da esporádicamente
- **Relación Media:** la interacción entre los sectores existe de forma regular e intermitente.
- **Relación Alta:** la Interacción entre los sectores se da de manera ideal.

En la figura 8 se presenta la matriz de relaciones que describe la percepción de los asistentes a los encuentros participativos, con respecto al estado actual de las relaciones entre los sectores identificados como claves para el Plan de Manejo.

Figura 8. Matriz de relaciones entre sectores.

Sectores	1. Social	2. Agropecuario y forestal	3. Industrial	4. Académico, ciencia y tecnología	5. Institucional de coordinación, apoyo y articulación	6. Institucional estratégico en la gestión del agua	7. construcción e infraestructura	8. Servicios y comercial	9. Minero
1. Social									
2. Agropecuario y forestal									
3. Industrial									
4. Académico, ciencia y tecnología									
5. Institucional de coordinación, apoyo y articulación									
6. Institucional estratégico en la gestión del agua									
7. Construcción e infraestructura									
8. Servicios y comercial									
9. Minero									

Convenciones:

Relación alta | **Relación media** | **Relación baja** | **Relación nula**

4.3 Acercamiento a una cultura del agua en el Valle de Aburrá

Cuando se habla de cultura del agua, se hace referencia a las prácticas, expresiones, visiones y representaciones en la interacción humana con la naturaleza entorno al ciclo del agua y a sus diferentes estados. Una de sus formas, el agua subterránea, es la que se está mirando como un todo diverso, como ecosistema; entorno a ella se quiere representar la unión entre las dinámicas de ese entorno y las del ser humano en un espacio territorial. Uno de los objetivos de abordar el tema de cultura del agua es poder propiciar espacios para la relación entre todos los sujetos y elementos que actúan y se juntan en un territorio para planear, ordenar y proyectase, para manejar como un derecho social ese recurso vital: El agua.

En las diversas culturas del planeta el agua ha sido el elemento vital. En algunas, por su ubicación, el agua superficial es la fuente de usos y formas de relaciones culturales y socioeconómicas, en otras es el agua subterránea. En estas dos formas en las que se manifiesta el agua, se reconoce como fuente para diversos usos y relaciones con el territorio. Entorno a la extracción, suministro y manejo del agua subterránea en los diferentes continentes, se ha tejido una cultura del agua de acuerdo a las condiciones locales o regionales, conformando sistemas sociales comunitarios que, por los cambios económicos, ambientales, administrativos y políticos, se han trasformado en agremiaciones para la defensa de sus derechos tradicionales y para participar en su planeación y gestión. En cada expresión cultural sea étnica, raizal, mestiza, urbana o rural, se tienen diferentes formas de representar esa realidad del agua subterránea, su importancia, las costumbres que se tejen entorno a ella y las prácticas sociales de relacionamiento entorno a las formas de uso, las herramientas y equipos para extraerla y mantener el suministro.

En la construcción de un Plan de Manejo Ambiental de Acuífero, conocer las prácticas culturales de los actores claves, desde el antes, en el ahora y hacia el después para proyectar el hacer, el pensar y sentir entorno a las condiciones, cuidado y protección del agua subterránea, resulta fundamental. A partir del conocimiento y de la generación de acciones de auto reconocimiento de relación y valoración del agua subterránea, de identidad colectiva y necesidad de organizarse entorno a su uso y cuidado, son algunas de las reflexiones que también se abordan cuando se hace referencia a una cultura del agua, en este caso en un ambiente urbano.

En el territorio de la cuenca del río Aburrá - Medellín por la información histórica y arqueológica, se sabe que los pozos y aljibes eran los sitios de suministro de agua subterránea para el abastecimiento de la población en los centros urbanos y estos espacios se utilizaban para el intercambio social, donde además se organizaban las actividades de manejo y mantenimiento de los mismos, para beneficio de las comunidades. En la actualidad el uso del agua subterránea en algunos sitios rurales es para consumo humano y en la gran mayoría de sitios de extracción se utiliza para producción industrial y servicio de lavado de vehículos. El actual estado de las relaciones entorno al uso y manejo del agua subterránea proveniente de los acuíferos, es la manifestación de la cultura del agua en las ciudades y el hacer visible la importancia ambiental y social de ese ecosistema representa en un reto desde la planeación, ordenación y gestión entre los actores estratégicos y claves de retomar o reconstruir ese tejido colectivo para proteger, mantener y conservar ese patrimonio común y así garantizar el derecho humano y el derecho de la naturaleza en relación al agua.

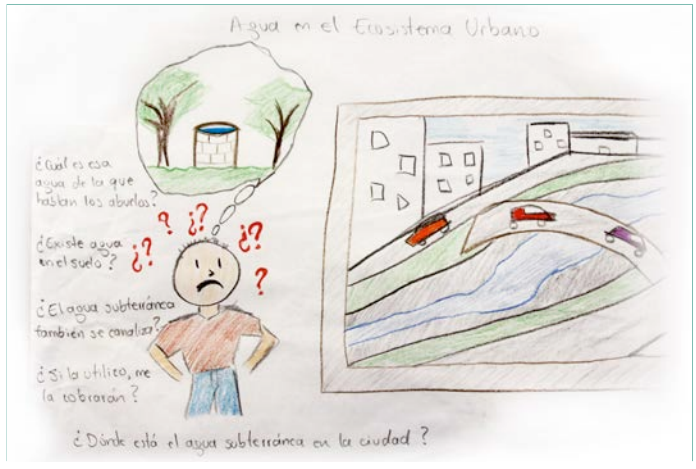
4.4 Representaciones entorno al agua subterránea en el valle de Aburrá

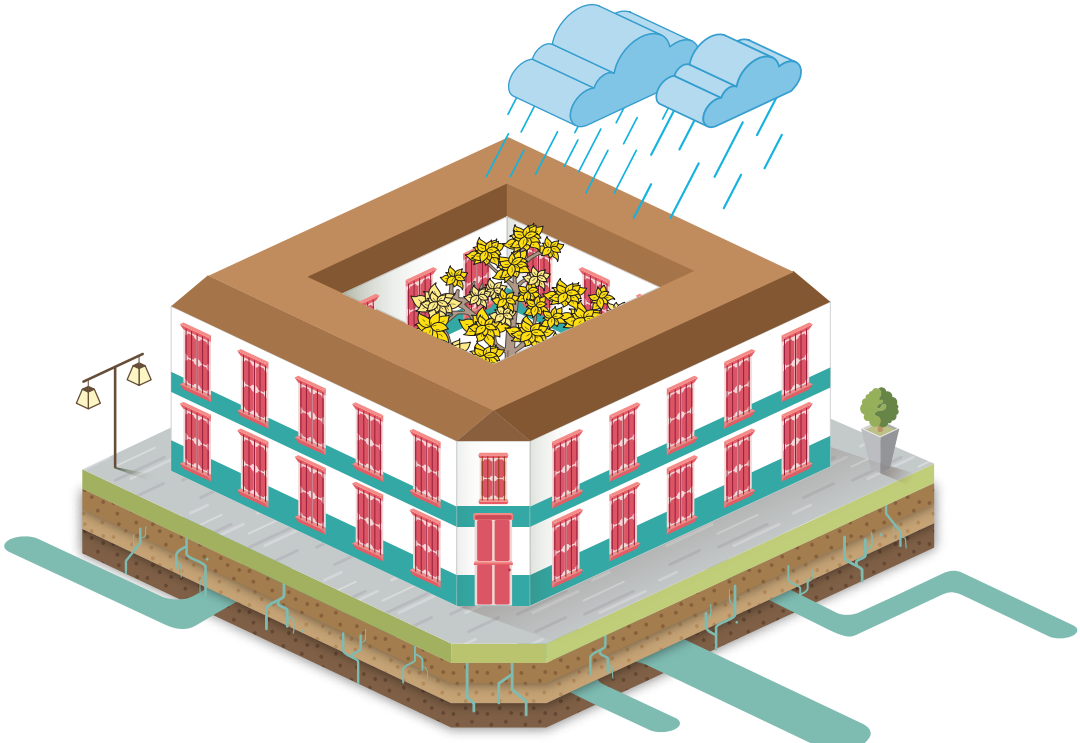
En los encuentros participativos con los actores claves para el PMAA, se logró propiciar un espacio de intercambio para conocer e identificar las prácticas culturales que desde sus quehaceres se tiene directa o indirectamente con el agua subterránea y con el entorno territorial de los acuíferos, relacionadas con la protección, el uso e importancia que dan al recurso hídrico.

Los participantes valoraron el espacio de interacción para la identificación de conexiones y relaciones como actores sociales. Con los temas presentados para hacer el contexto en la cultura del agua a partir de una línea de tiempo, se logró generar una reflexión sobre el uso del recurso con la elaboración de las representaciones sobre las formas de percibir, interpretar, asociar y simbolizar el agua subterránea. A través de dibujos y textos creativos los participantes representaron el agua subterránea y su significado: como un recurso, una técnica y un servicio, un líquido y elemento vital.

Se mantuvo la motivación para entrelazar los aportes y plasmarlos en una línea conductora entre el pasado, el presente y el futuro, asociada a contar una experiencia, una historia, un recuerdo, un conocimiento o una imaginación. Se evidenció una continuidad entre las representaciones y los conceptos y las apreciaciones hacia el pasado, que se remiten a información histórica, imaginarios, tradición oral e información compartida en el espacio del taller. Los relacionados al presente se basaron, de acuerdo al grupo a información técnica, científica, ambiental, de relación directa con el recurso, de injerencia y competencia en lo ambiental normativo, administrativo e investigativo, de gestión y activismo organizativo social y ambiental. Los proyectados al futuro los relacionaron con aspectos positivos y negativos de acuerdo a los cambios y transformaciones que conocían, la información que tenían o visionaron sobre el agua subterránea en el contexto del recurso hidrológico a nivel local, nacional y global. En la figura 9 se reúnen algunas de las ilustraciones concebidas por los actores que participaron en el taller sobre cultura del agua, en el marco de la elaboración del diagnóstico del PMAA.

Figura 9. Ilustraciones realizadas por los participantes del taller de cultura del agua.





5. AMENAZAS SOBRE EL SISTEMA ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ

Las amenazas potenciales que pueden impactar un acuífero obedecen a causas de origen antrópico o natural. Dentro de las amenazas antrópicas se consideran normalmente las actividades socioeconómicas que pueden afectar negativamente la cantidad y calidad del sistema hidrogeológico. Las amenazas naturales están relacionadas con los cambios ambientales no inducidos por el hombre, las cuales modifican el ciclo hidrológico disminuyendo la recarga, igualmente se puede presentar contaminación del agua subterránea debido a los elementos presentes en el substrato geológico por donde circula o se almacena el agua.

En el PMAA del valle de Aburrá, mediante el diálogo de saberes en un taller participativo, se logró identificar las amenazas potenciales del sistema acuífero que nos interesa; estas amenazas se listan a continuación.

AMENAZA	JUSTIFICACIÓN	CATEGORIA
Contaminación por mal manejo de aguas residuales	Inexistencia de alcantarillado en zonas de invasión, mal funcionamiento de pozos sépticos	Amenazas asociadas al desarrollo urbano
Contaminación por mal manejo de residuos sólidos	Mala disposición de los residuos sólidos, botaderos en quebradas, la separación de residuos en la fuente es muy baja, presencia de rellenos sanitarios en posibles zonas de recarga	
Contaminación por grasas y aceites	Existencia de tanques de almacenamiento de combustible en mal estado	
Contaminación por operación inadecuada de cementerios	Presencia de cementerios con la modalidad de campo santo	
Reducción de la recarga	Crecimiento urbano acelerado y no planificado, pérdida de cobertura vegetal, impermeabilización del terreno	
Contaminación por actividad agrícola	Uso de fertilizantes y herbicidas	Amenazas asociadas a actividades económicas
Contaminación por actividad pecuaria	Manejo inadecuado de los residuos líquidos y sólidos provenientes de ésta actividad	
Contaminación por actividad minera	Utilización de elementos químicos peligrosos en la minería de oro, remoción de la capa protectora del acuífero	
Contaminación por vertimientos industriales	Descargas de aguas residuales industriales directamente a las aguas superficiales por todo el corredor industrial del Valle	
Contaminación por derrames de combustible	Accidentes de vehículos que transportan combustible, afectación de oleoductos por parte de grupos al margen de la ley, mal manejo de estopas y aceites en talleres mecánicos	Amenazas asociadas a accidentes ambientales
Pérdida de la capacidad de infiltración y retención de las aguas lluvias en los suelos	Actividad maderera, impermeabilización por construcción de viviendas u obras de infraestructura	Perdida de las funciones de las zonas de recarga
Débil gestión institucional	Falta de instrumentos de planeación y una apropiación del conocimiento sobre la dinámica de las aguas subterráneas, dificultan diseñar acciones más acertadas que permitan su protección	Otras amenazas
Falta de aplicación y control de los Planes de Ordenamiento Territorial	Expansión urbana sin un desarrollo planificado	
Débil gestión social y comunitaria	Una débil gestión social y comunitaria deriva en uso inadecuado del recurso y de otros recursos naturales, que por su interacción con las aguas subterráneas pueden afectarlas	
Falta de educación ambiental	La falta de conocimiento, educación y conciencia sobre el recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo, llevan a concluir que: “no se cuida lo que no se conoce”	

6. EN PERSPECTIVA: ¿QUÉ SIGUE DESPUÉS DE LA PRIMERA FASE DEL PMAA?

Como resultados de este recorrido, hoy se tiene una imagen acerca del estado en que se encuentra el sistema hidrogeológico del valle de Aburrá y de los elementos y factores que inciden sobre él.

Además de este diagnóstico, cabe resaltar dentro de este proceso, el hecho de haber logrado sensibilizar y hacer tangible entre los actores, la existencia de un bien natural, invisible y que emerge como patrimonio estratégico en el panorama nacional y local, como posible elemento de adaptación frente al cambio ambiental. Las aguas subterráneas en el valle de Aburrá, podrían llegar a representar un recurso complementario o combinado para satisfacer algunas demandas sectoriales; ellas seguirán siendo factor regulador de caudales en las corrientes superficiales y fuentes de soporte para ecosistemas acuáticos que existen en este territorio.

El paso a seguir apunta en dirección a la identificación de líneas estratégicas de acción y a la definición de los programas y los proyectos que propicien la sostenibilidad de las aguas subterráneas y de los ecosistemas asociados a ellas. Desde escenarios participativos se deberán identificar los escenarios prospectivos que orienten la formulación y luego la definición de prioridades y fuentes de financiación para la ejecución. En el camino se abordaran luego las fases de evaluación y seguimiento. Es deseable que la continuidad a este proceso se planeé y garantice desde ahora; de otra forma, sería necesario volver sobre el camino recorrido.

7. REFERENCIAS

- DANE & Alcaldía de Medellín. (2010). *Perfil Sociodemográfico 2005 - 2015. Total Medellín*. Recuperado el 11 de Mayo de 2015, de www.medellin.gov.co.

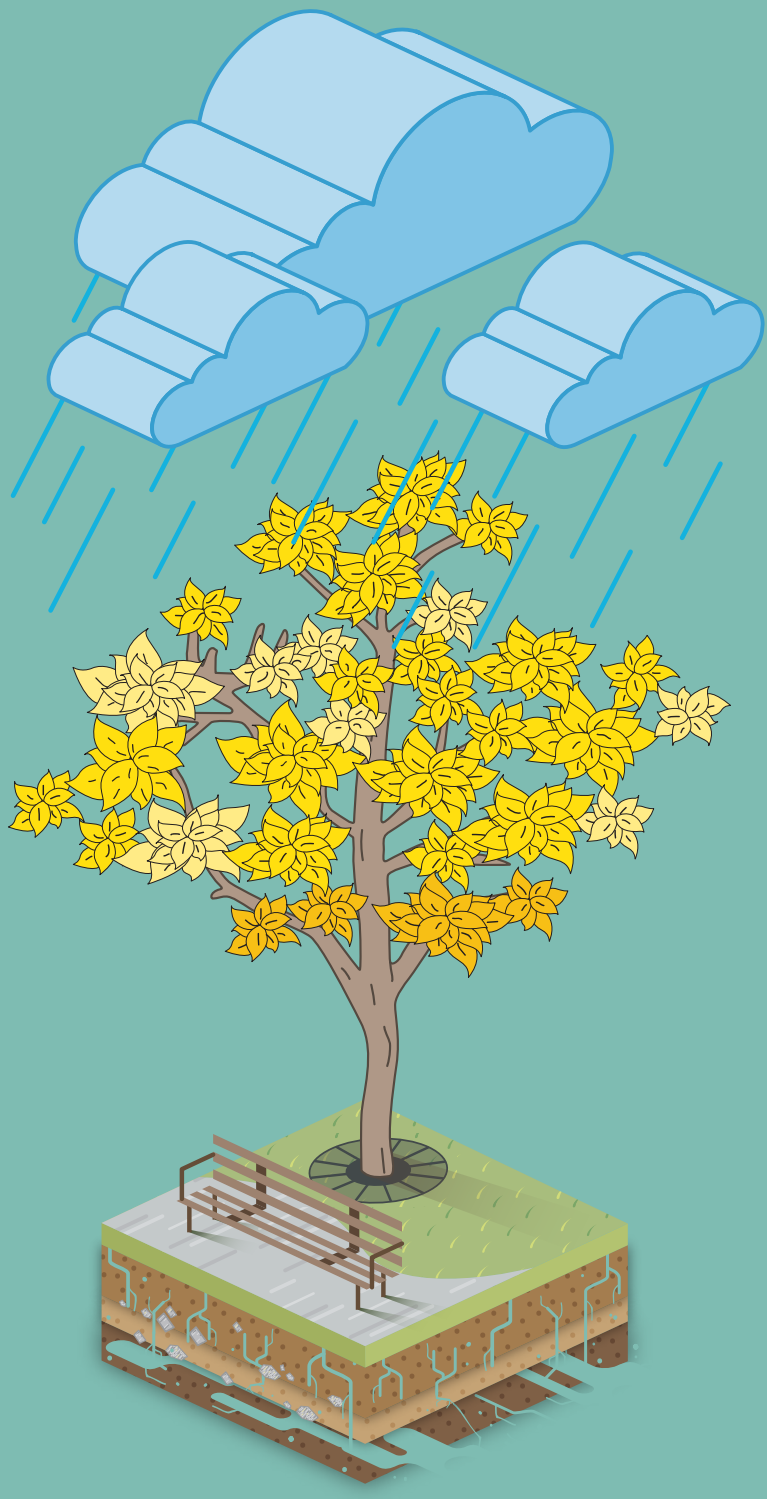
- DANE. (2010). *Censo General 2005. Perfiles de los municipios de Caldas, La Estrella, Sabaneta, Itagüí, Envigado, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa*. Recuperado el 10 de Abril de 2015, de Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE: https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/05129T7T000.PDF

- Gobernación de Antioquia. (2014a). *Anuario Estadístico de Antioquia 2013.* Recuperado el 12 de Marzo de 2015, de Departamento Administrativo de Planeación: http://antioquia.gov.co/images/pdf/anuario_2013/Ejecutar.html

- Gobernación de Antioquia. (2014b). *Fichas Subregionales 2014.* Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de http://antioquia.gov.co/index.php/planeacion/187-ocultos/6865-antioquia-estadisticas-e-indicadores-

- Universidad de Antioquia & Integral. (2002). *Estudio de Zonas de Recarga y Acuíferos del Valle de Aburrá*. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá -AMVA.

- Universidad de Antioquia & AMVA. (2013). *Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá.* Medellín, Antioquia: Área Metropolitana del Valle de Aburrá -AMVA.



AGUA SUBTERRÁNEA:

BIEN NATURAL EN UN AMBIENTE URBANO

ISBN: 978-958-8513-83-6